

## ROVATVEZETŐ:

Dr. Békési Pál *ny. egyetemi tanár*

## Veszélyes növénybetegségek (II./4.)

A sorozat megtervezésében és szerkesztésében közreműködik Dr. Békési Pál és Dr. Fischl Géza

- ✓ A burgonya Y vírusa
- A burgonya levélsodró vírusa
- Uborka mozaik vírus
- A burgonya bakteriózisai
- A szőlő tőkepusztulása
- ✓ A búza rozsdabetegségei
- A napraforgó hamuszürke szárkorhadása
- A repce fómás betegségei
- Moniliás gyümölcsbetegségek
- ✓ A meggy antraknózisa
- A paradicsom és a paprika alternariája
- Paprika lisztharmat

# A paprikalisztharmat

Kórokozó: *Leveillula taurica*

**Dr. Jankovics Tünde, Dr. Kiss Levente**

*MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet, Budapest*

## Bevezetés

A paprikalisztharmat az elmúlt évtizedekben jelentős problémát okozott a paprikatermesztésben világszerte. A betegség komoly kihívást jelent mind a gyakorlati növényvédelem, mind a növényvédelmi eljárások megalapozásán dolgozó kutatók számára. A termesztett paprikafajták és -hibridek zöme fogékony a kórokozóval szemben. A lisztharmatgombák elleni védekezésben széleskörűen elterjedt technológiák hatékonysága korlátozott a paprikalisztharmat esetében. Ez egyrészt a kórokozó sajátos életmódjával, másrészt a populációiban kialakuló fungicid-rezisztenciával magyarázható.

A kórokozó a lisztharmatgombák egyik különleges, elsősorban trópusi és szubtrópusi vidékeken elterjedt csoportjának képviselője, amelyről viszonylag kevés ismerettel rendelkezünk. Csak részben ismert például a kórokozó gazdanövényköre, genetikai változékonysága és rokon-

sági kapcsolatai – ezek az ismeretek hozzájárulhatnak az ellenálló fajták és hibridek előállítását célzó nemesítési munka sikeréhez, valamint a hatékony növényvédelmi technológiák kidolgozásához.

## A betegség földrajzi elterjedtsége, gazdasági jelentősége

A paprikalisztharmat szórványos, de jelentős károkkal összefüggő megjelenése az 1970-es évek elejére tehető. Sokáig a trópusi és szubtrópusi régiók növénybetegségeként tartották számon, jöllehet már akkor is felbukkant számos mérsékelt égövi országban is. Az 1990-es évek eleje óta megjelent közlemények jelentős károkról számolnak be Európában, az Egyesült Államokban, Kanada, Közép- és Dél-Amerika különböző államaiból. Az ezredforduló táján már szinte minden földrajzi régióban jelen volt a betegség, ahol paprikatermesztés folyik. *A papri-*

*kalisztharmat mérsékelt égőben való elterjedését egyes feltételezések szerint elősegítette a zárt termesztő-berendezésekben való monokultúrás paprikatermesztés széleskörű elterjedése, valamint az öntözésre alapozott termesztés térhódítása.*

Magyarországon 1972 óta ismert a paprikalisztharmat előfordulása. A betegség eleinte csak helyenként okozott kárt, az ellene való védekezés alkalmi volt. Azóta, különösen az 1990-es évektől, a paprika lisztharmatos megbetegedése a hazai paprikatermesztés egyik kulcsfontosságú problémájává vált, és az ellene való védekezés mára már a növényvédelmi technológia egyik legfontosabb eleme.

A betegség elsősorban a hajtatott paprikában jelent kihívást a termesztők számára, ugyanakkor a szabadföldi termesztésben is jelentős veszteségeket okozhat, különösen fűszerpaprikában. Hajtatott paprikában a teljes vegetációs időszakban felléphet, mivel azonban a tünetek

elsősorban a kifejlett és az örege-  
dő (szeneszcens) leveleken válnak  
feltűnővé, a termelők jellemzően a  
vegetációs periódus közepétől szá-  
mítanak a betegség megjelenésére.  
A fertőzések tavaszi fellépésére kü-  
lönösen kétszeri ültetés esetén kell  
számítani a fűtött termesztő-beren-  
dezésekben, ahol a januárban be-  
kerülő első ültetés márciusban már  
szedésre érett.

Egyes vizsgálatok szerint a pap-  
rikalisztharmat által okozott ter-  
mesvesztés mértéke egyenes  
arányban van a fertőzött levélfelület  
nagyságával, és a betegség általában  
10-15 %-os termésvesztést okoz-  
hat hajtásban. Egy korai fertőző-  
dés ugyanakkor ennél akár 30 %-kal  
nagyobb veszteséget is okozhat. A  
terméskiesésen túlmenően minősé-  
gi kárral is számolniuk kell a papri-

katermesztőknek, hiszen a liszthar-  
matfertőzés okozta lombvesztés a  
kifejlett bogyókon napégette foltok  
kialakulását eredményezheti, amely  
csökkenti a termés piaci értékét  
vagy eladhatatlanná teszi azt.

### A betegség tünetei

A paprikalisztharmat tünetei több  
szempontból eltérnek az egyéb ter-  
mesztett vagy vadon élő növénye-  
ken előforduló „tipikus” lisztharmat-  
fertőzések tüneteitől. Ennek oka a  
gomba életmódjában rejlik (ld. ké-  
sőbb). A lisztharmatgombák okozta  
megbetegedéseket legtöbbször egy  
jól ismert, feltűnő tüneti kép, a nö-  
vények egyes föld feletti részein, a  
leveleken, száron, sőt olykor a virá-  
gokon és a termésen is kialakuló  
fehér, lisztes bevonat jelzi, amiről

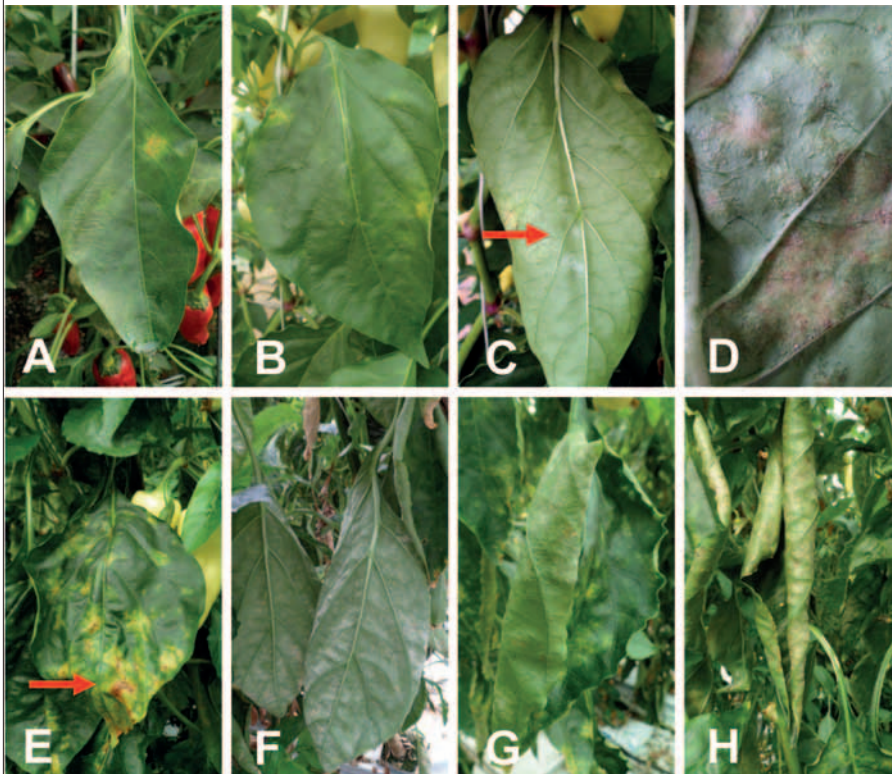
ez a gombacsoport a nevét kapta.  
A lisztszerű bevonat mikroszkópos  
vizsgálata során láthatóvá válik,  
hogy az valójában nem más, mint a  
lisztharmatgombák terjedését előse-  
gítő ivartalan spórák (konídiumok)  
óriási tömege a sporuláló gombate-  
lepen (micéliumon). Ezzel szemben  
*a paprikalisztharmat-fertőzésekre  
nem a lisztes bevonat, hanem a le-  
velek színén elmosódó szélű, halvá-  
nyuló, kivilágosodó, sárguló foltok  
(klorózis) hívják fel a figyelmet (1.  
A-B. ábra).* A klorotikus foltokhoz  
tartozó *levélfonáki részek*en megfi-  
gyelhetők a lisztharmatgomba spó-  
raképzésének látható jelei finom,  
*fehér, bolyhos bevonat* formájában  
(1. C. ábra). A fonákon olykor apró  
dudorok, ripacsok képződése ész-  
lelhető a foltokon, illetve a foltok  
körül (1. D. ábra). A fertőzések terje-  
désével párhuzamosan a foltok egy-  
re szembetűnőbbekké válnak, egyre  
nagyobb levélfelületet foglalnak el  
a gomba telepének levélen belüli  
növekedési ütemével összefüggően  
(1. E. ábra). A fonákon a lisztszerű,  
fehér bevonat kiterjed a levél felüle-  
tének nagy részére (1. F. ábra), és a  
bevonat idővel barnássá színeződ-  
het. Később a klorotikus foltok he-  
lyén szövetelhalás (nekrózis) figyel-  
hető meg (1. E. ábra), és a sporuláló  
lisztharmatbevonat a levelek színén  
is láthatóvá válik. A beteg levelek ka-  
nalasodnak (1. G. ábra), besodród-  
nak (1. H. ábra), elhervadnak, majd  
lehullanak. A *levélhullás* következ-  
tében a paprikatövek előregednek,  
lerövidül a betakarítási időszak, a  
bogyók nem tudnak kifejlődni, vagy  
a termés kényszerérés következ-  
tében értéktelenné válik. Az erős  
lombhullás gyakori következmé-  
nye a napégette foltok kialakulása  
a paprikabogyókon azáltal, hogy a  
lomb árnyékoló hatása lecsökken.  
A *paprikalisztharmat tünetei* tehát  
*a paprika levelére korlátozódnak,  
az egyéb növényi részek a levélhul-  
lás következtében közvetett módon  
szenvednek kárt.*

A paprikalisztharmat megjelené-  
sének korai észlelése nem könnyű  
feladat, de nagyon fontos a beteg-  
ség elleni védekezés sikerét illetően.  
A legújabb kutatások kimutatták,  
hogy a fertőződéstől az első tünetek  
megjelenéséig eltelt időszak, az ún.

### A paprikalisztharmat tünetei

- A-B.** A betegség megjelenése: elmosódott szélű, sárga és kivilágosodó foltok (klorózis) a levél színén. **C.** A kórokozó spóráképzésének első jelei: fehér, bolyhos bevonat (nyíllal jelölve) a klorotikus foltokhoz tartozó levélfonáki részekben. **D.** Apró dudorok, ripacsok a lisztharmatgomba által fertőzött levelek fonákán. **E.** A betegség előrehaladása: a klorotikus levélfelület növekedése a kórokozó levélen belüli terjedésével összefüggően, szövetelhalások (nekrózis, nyíllal jelölve) megjelenése a klorotikus foltokon. **F.** Erőteljes spóráképzés: a fertőzött levél fonákjának legnagyobb részére kiterjedő lisztszerű, fehér bevonat. **G.** A fertőzött levelek kanalasodása. **H.** A beteg levelek besodródása, amely levélhulláshoz vezet.

(Dr. Jankovics Tünde felvételei)





látens periódus a paprikalisztharmat esetében meglehetősen hosszú, több mint két hét, de akár négy hét is lehet. Ez nagymértékben megnehezíti a betegség korai észlelését. A látens periódus hossza különböző paprikafajták esetében nagyon eltérően alakul, és nagymértékben függ az érintett levelek korától is. A levelek az öregedéssel párhuzamosan egyre fogékonyabbá válnak a betegséggel szemben, éppen ezért az első tünetek leggyakrabban a növények alsó levelein válnak szembetűnővé – ekkor azonban már a fiatalabb növényi szövetek is fertőzöttek. A tünetek

megjelenhetnek már palántakorban is, de hazánkban gyakoribb az első szedések idején történő megjelenés. A tünetek kezdetben nem feltűnőek, alig észrevehetőek, így a megfelelő prevenció hiányában a betegség gyorsan elterjedhet. A tünetek észlelését az érési időszak kezdetén az intenzív lombnövekedés, kései fertőződés esetén pedig az alsó, öregedő, egyéb kórokozók, kártevők, vagy abiotikus hatások nyomait már magukon viselő leveleken való megjelenés nehezíti meg.

### A kórokozó főbb morfológiai jellemzői, életciklusa

A paprikalisztharmat kórokozója a *Leveillula taurica* (Lév.) G. Arnaud (ivartalan alak: *Oidiopsis taurica* (Lév.) E. S. Salmon), amely a lisztharmatgombák egyik különleges és kevésbé ismert, *Phyllactiniaceae* nevű csoportjába tartozó faj. **Különleges tulajdonságai közül kiemelendő a részben a növényi szövetek belsejében elhelyezkedő (ún. hemiendofitikus) micélium, amelynek fonalai (hifái) a levelek fotoszintézist végző, ún. parenchimasejtjeibe bocsátják a tápanyagok felvételére szolgáló képleteket (a hausztóriumokat), a konídiumtartók pedig a levelek gázcserenyílásain (sztómáin) keresztül törnek a felszínre (2. A. ábra), kétféle konídium-típust képezve: minden egyes konídiumtartón először egy lándzsa alakú, ún. elsődleges (primer) konídium (ivartalan szaporítóképlet) képződik, majd sorozatban számos lekerekítettebb, ún. másodlagos (szekunder) konídium jön létre (2. B. ábra). Ezzel szemben a lisztharmatgombák többségénél a micélium kizárólag a növények felületén alakul ki, oly módon, hogy a tápanyagok felvételét szolgáló hausztóriumok csupán a gazdanövények bőrszöveti (epidermisz) sejtjeibe hatolnak be, a levelek belső, fotoszintézist végző szöveit nem képesek kolonizálni, és a felületi (epifitikus) hifákból kinövő konídiumtartók azonos alakú, nem pedig kétféle (dimorfikus) konídiumokat termelnek.**

Miután a *Leveillula taurica* konídiumai a paprikalevelek felületére kerültek, ott csíráznak (2. C-D. ábra) és gombafonalakat (hifákat) növesztenek, amelyek a levél gázcserenyílásain keresztül behatolnak a levelek belsejébe (3. ábra).

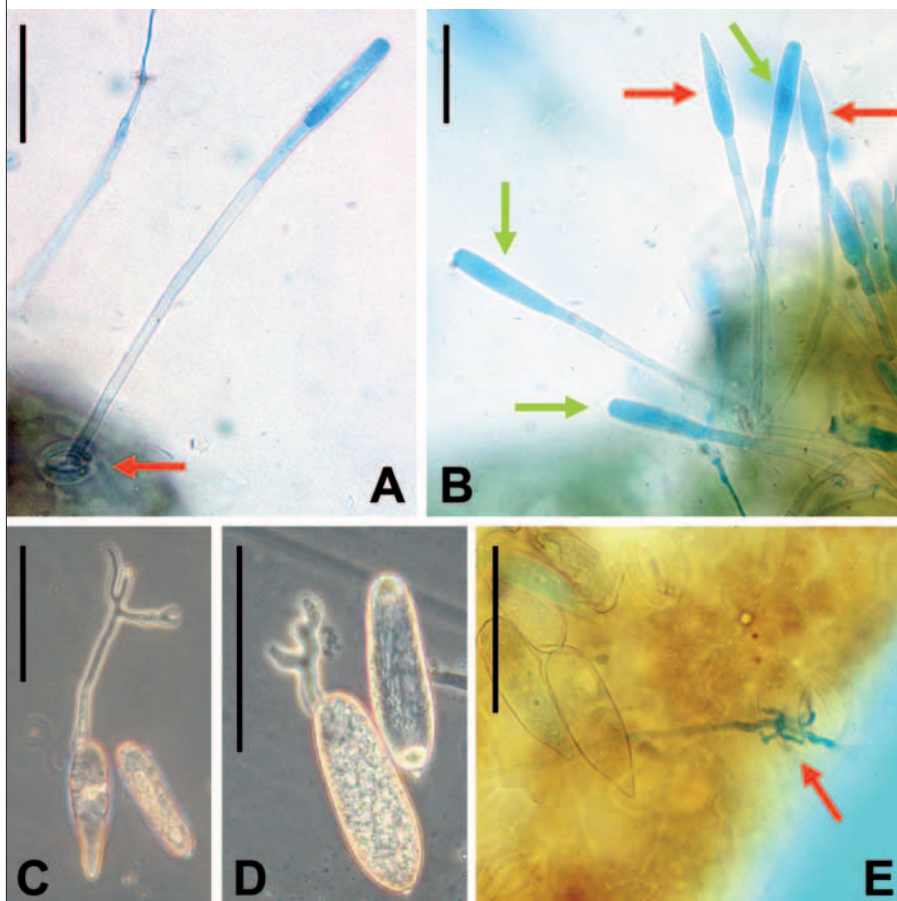
A folyamatról nemrég egy videofilm is készült, magyar-japán-holland együttműködésben, amelyet 48 órán keresztül, 30-60 percenként készített mikroszkópos felvételekből állítottak össze. A videofilm a következő címen érhető el: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/suppl/10.1094/PHYTO-08-12-0198-R>.

Mivel a sztómák főként a levelek fonákján találhatók, ezért a be-

#### A paprikalisztharmat kórokozója, a *Leveillula taurica* ivartalan alakjának fénymikroszkópos képei

- A.** Egy gázcserenyíláson (sztómán) keresztül előtörő magányos konídiumtartó, rajta egy másodlagos konídiummal. A nyíl a sztómát jelzi. **B.** Több, ugyanazon sztómából előtörő konídiumtartó, amelyek közül egyeseken lándzsa alakú elsődleges, másokon lekerekített másodlagos konídiumok képződnek. A piros nyilak az elsődleges, a zöld nyilak a másodlagos konídiumokat jelzik. **C.** Egy csírázó elsődleges konídium és egy csíratömlőt nem képzett másodlagos konídium vizes agaron történt csíráztatást követően. **D.** Egy csírázó és egy csíratömlőt nem képzett másodlagos konídium vizes agaron történt csíráztatást követően. **E.** Egy, a fertőzés terjedése során a levél felületén is megjelenő gombafonálon (epifitikus hifán) kialakuló ún. másodlagos adhéziós test (nyílal jelölve), amely a felületi hifa növényi sejteken való megtapadását teszi lehetővé. Mércse=50 µm.

(Az A., B. és E. ábrák Dr. Jankovics Tünde, a C. és D. ábrák Dr. Kiss Levente felvételei.)



2. ábra

hatolásokra is elsősorban itt kerül sor, azt követően a gombafonalak a szivacsos-parenchimasejtek között, az intercelluláris terekben növekednek tovább (4. A. ábra). Az elsődleges és a másodlagos konídiumok ugyanúgy csíráznak, ugyanúgy egyszerű vagy lebenyes csíratömlőket képeznek, ebben a tekintetben nem különböznek egymástól (2. C-D. ábra).

A sztómákon keresztül a levelek belsejébe történt behatolás után a hifák az ún. szivacsos- és az oszlopos-parenchimaszövet egyes sejtjeiből hausztóriumaikon keresztül tápanyagot vesznek fel, és napokon át kizárólag a levelek belsejében növekednek, létrehozva az **endofitikus micéliumot**. Ez a folyamat akár két hétig is eltarthat, a levélszövetek korától, a paprikafajtától és más tényezőktől függően. A gombafonalkból a parenchimasejtekbe behatoló ún. **penetrációs hifák** áttörnek a növényi sejtek falát (4. B. ábra), és tovább folytatják növekedésüket a növényi sejtek belsejében, létrehozva a **felszívóképletekként működő hausztóriumokat** (4. A. ábra). A paprikasejtek nagy mennyiségű

**kallózlerakódással** megpróbálják megakadályozni a lisztharmatgomba sejtben belüli terjedését (4. B. ábra), de a hausztóriumok a **növényi védekezési reakció** ellenére a legtöbb megtámadott sejtben kialakulnak.

A kezdetben teljes egészében a gazdanövények levelének belsejében található micéliumból később a levelek fonákján a sztómákon át előtörnek a **konídiumtartók** (2. A-B., 4. C. ábra). A levelek alsó felületére kiemelkedő konídiumtartók karcsúak, gyakran az alapjuknál elágaznak, rajtuk képződnek az egysejtű, hialin, dimorfikus konídiumok (ld. fentebb) (2. B. ábra). A lefűződött konídiumok újabb levelek felületére is eljutnak, ott csíráznak (2. C-D. ábra), és újabb növényeket betegítenek meg. A már hosszabb ideje megfertőzött leveleken a sztómákon át a fonáki részen megjelenő konídiumtartókból felszíni hifák is indulnak, amelyek a legtöbb „tipikus” lisztharmatgombafajhoz hasonlóan, a levelek felszínét is behálózzák. Előbb a levelek alsó felületén, majd erős fertőzések esetében, a levelek színén is megjelennek a

felületi hifák, kialakítva az **epifitikus micéliumot**. Ennek hifái ún. másodlagos adhéziós testekkel (2. E. ábra) tapadnak meg a levél felületén. Ezekből nem indulnak hausztóriumok a levelek bőrszöveti sejtjeibe, a micélium egésze a levelek belsejében a fotoszintetizáló parenchimasejtekbe bocsátott hausztóriumokkal táplálkozik.

A konídiumokkal történő terjedés a *Leveillula taurica* ún. ivartalan szaporodási ciklusát jelenti (5. ábra), amely lehetővé teszi a gomba számára a gyors terjedést a paprikaállományban. A lisztharmatgombák, mint **obligát biotróf paraziták**, csak élő növényi szöveteken vagy szövetekben képesek táplálkozni és növekedni. A számukra kedvezőtlen időszakok, mint például az élő gazdanövény hiánya, a nem megfelelő klimatikus feltételek (téli időszak) átvészélése többek között az ivaros úton képződő, vastag falú termőtestek (**kazmotéciumok**) belsejében képződött ivaros spórákkal (aszospórákkal) történik (5. ábra).

A *Leveillula taurica* ivaros szaporodása több gazdanövényen régóta ismert a szakirodalomban, jóllehet a kazmotéciumok képződéséről paprikán az utóbbi évekig nem számoltak be. A korábbi megfigyelésekkel ellentétben mára ismertté vált a kazmotéciumok kialakulása a hazai paprikatermesztésben is (Csilléry Gábor, szóbeli közlés). Az ivaros termőtestek képződését az őszi időszakban az előregedett paprikanövényeken figyelték meg, elsősorban fűtetlen üvegházakban, fóliasátrakban. Ugyanakkor a *Leveillula taurica* áttelelése a folyamatosan kihasznált, fűtött termesztő-berendezésekben ivaros szaporodás hiányában is végbemegy, hiszen ott a micélium fennmaradásának és a spóráképzésnek a feltételei minden évszakban adottak. Az ivaros szaporodásnak ezekben az esetekben valószínűleg nincs jelentősége a kórokozó áttelelése szempontjából.

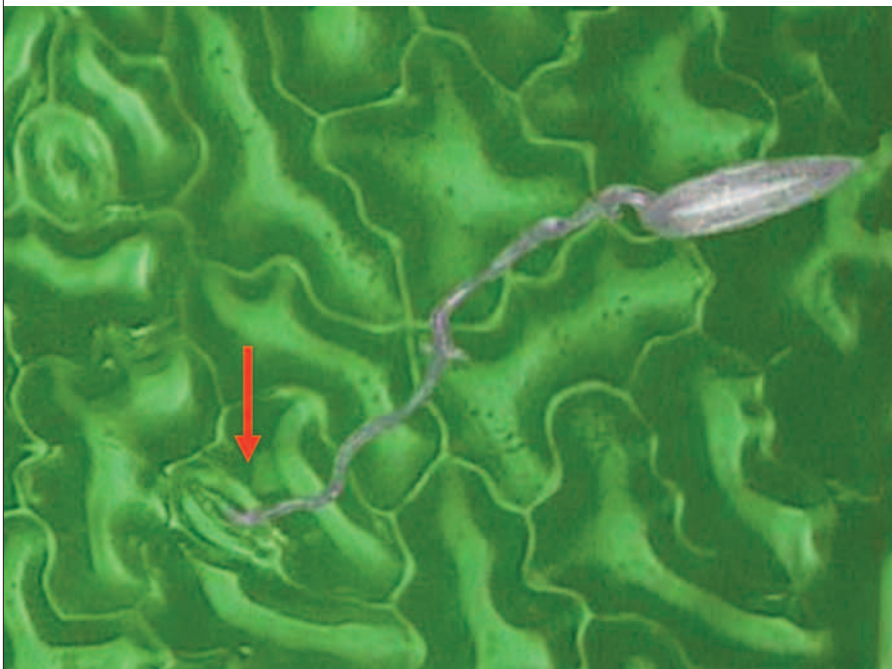
### A kórokozó gazdanövényköre

A *Leveillula taurica*-t hagyományosan egy széles gazdanövénykörrel rendelkező lisztharmatgombafajként tartották

### A paprikalisztharmat kórokozója, a *Leveillula taurica* megtelepedése paprika levelén

A levél fonákján kicsírázott lisztharmatgomba-konídiumból képződött gombafonal (hifa) egy gázcserenyíláson (sztómán) át behatol a paprika levelének belsejébe. A nyíl a behatolás helyét jelöli.

(Dr. Teruo Nonomura felvétele)



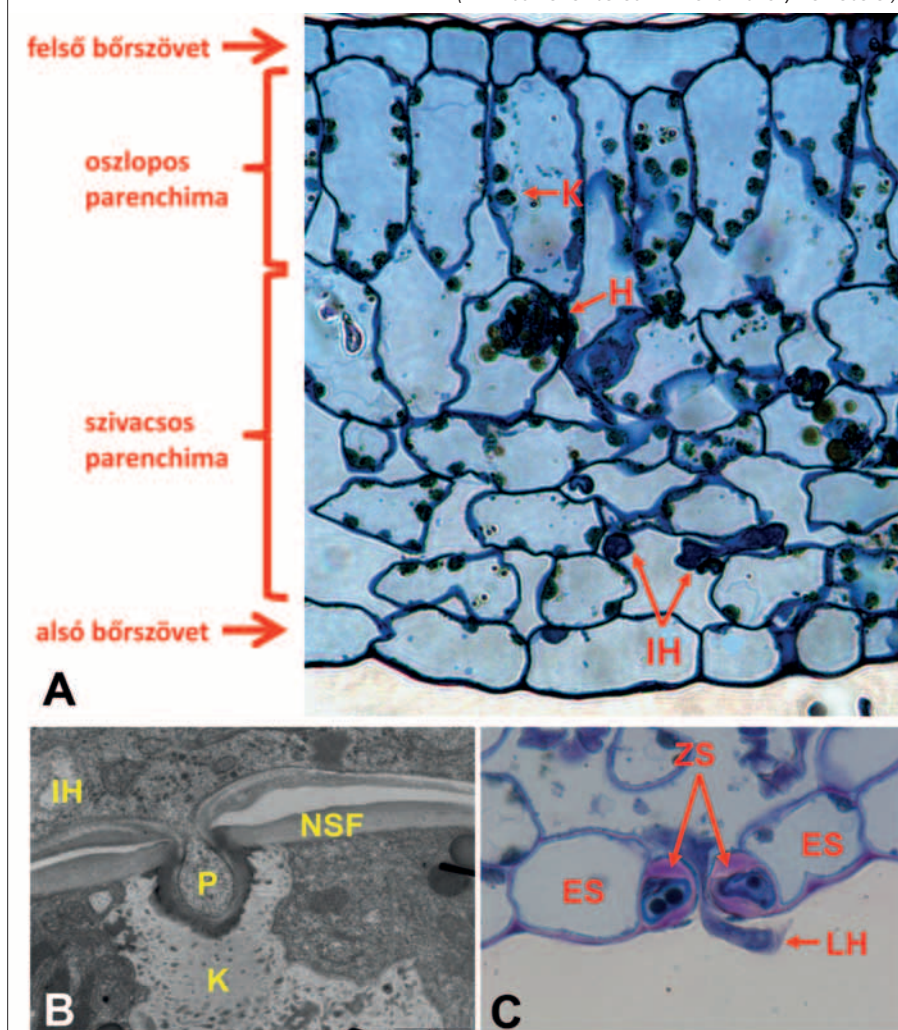


4. ábra

### A paprikalisztharmat kórokozója, a *Leveillula taurica* képletei megfertőzött paprikalevelekben

**A.** Egy fertőzött levél félvékony metszetének fénymikroszkópos képe. A gomba ún. intercelluláris hifái (IH) a szivacsos-parenchimasejtek közötti térben helyezkednek el. A gomba tápanyagok felvételére szolgáló hausztóriumot (H) bocsátott a növény egy szivacsos-parenchimasejtjébe. A parenchimasejtekben megfigyelhetők a fotoszintézist végző sejtservecskék, a kloroplasztiszok (K). **B.** A gomba növényi sejtbe való behatolásának transzmissziós elektronmikroszkópos képe. Az intercelluláris hifából (IH) a parenchimasejtbe behatoló ún. penetrációs hifa (P) áttöri a növényi sejtfalet (NSF). A növényi sejt nagy mennyiségű kallózlerakódással (K) megpróbálja megakadályozni a lisztharmatgomba sejten belüli terjedését. **C.** A gomba felszínre törése a gázcserenyíláson (sztómán) át – félvékony metszet fénymikroszkópos képe. A gomba (LH) a növényi bőrszöveti sejtek (epidermiszsejtek, ES) rétegében elhelyezkedő, a gázcserenyílásokat körülölelő ún. sztómazárósejtek (ZS) között előtör a levél belsejéből.

(Dr. Kiss Levente és Dr. Bóka Károly felvételei)



számon. Több mint 50 növénycsalád több mint 1000 fajáról írták le lisztharmatbetegségek kórokozójaként. Az elmúlt két évtized kutatási eredményei azonban rámutattak arra, hogy a *Leveillula* nemzetségen és a *Leveillula taurica* fajon belül jelentős genetikai változékonyság tapasztalható, amely a gazdanö-

vénykörben is megmutatkozik. E kutatások egyértelműen arra utalnak, hogy a korábban egyetlen, széles gazdanövénykörrel rendelkező fajnak tekintett *Leveillula taurica* valójában számos, különböző gazdanövényekre, vagy gazdanövények különböző csoportjaira specializálódott lisztharmatgomba-vonalak-

ból áll, tehát *gyűjtőfajnak* tekinthető. A *leszármazási vonalak pontos gazdanövénykörére vonatkozó ismereteink még hiányosak*, így az esetleges új fajhatárok megjelölése is várat magára. Ugyanakkor a gazdanövénykör pontos ismerete fontos lehet abból a szempontból, hogy vajon a különféle termesztett és vadon élő növényeken előforduló lisztharmatgombák közül melyek szolgálhatnak a paprikaállományok lisztharmat-fertőzésének inokulumforrásaként? Mindennek nálunk jelenleg csekély a jelentősége, mivel a *Leveillula taurica* előfordulása Magyarországon egyelőre csak a paprikáról ismert. Ez a kép gyorsan megváltozhat, mert kiterjedt gazdanövénykör-vizsgálatokban a paprikát megbetegítő *Leveillula taurica* izolátumokkal végzett mesterséges fertőzési kísérletekben paradicsomon, articsókán, gyapoton, hagymán, mikulásvirágon és néhány gyomnövényen megfigyelhető volt a kórokozó megtelepedése és erőteljes sporulációja, vagyis ezek a növényfajok a paprikát megbetegítő *Leveillula taurica* gazdanövényeinek tekinthetők. Az eredmények arra utalnak, hogy a paprikalisztharmat kórokozója, más *Leveillula taurica* leszármazási vonalakhoz hasonlóan, széles gazdanövénykörrel rendelkezik, amely feltehetően más, eddig nem vizsgált növényfajokat is magában foglalhat. Jóllehet a mi éghajlati viszonyaink között a fent említett növényfajok többségét más lisztharmatgombák betegítik meg, mégsem zárható ki a paprikalisztharmat kórokozójának előfordulása más termesztett vagy gyomnövényfajokon Magyarországon – ezen a téren további vizsgálatok szükségesek.

A gazdanövény és a kórokozó kapcsolatának feltárását célzó kutatások rámutattak arra, hogy a *Capsicum annuum*, amely *Európában az egyetlen termesztett paprikafaj, jó részt fogékony a kórokozóval szemben*. Mesterséges fertőzési kísérletekben tesztelt *számos paprikafajta és -hibrid esetében azonban jelentős eltérések mutatkoztak* a látens periódus hosszában, a tünetek kifejlődésében, a sporuláció mértékében, valamint a termésveszteség terü-

tén. Ezek a különbségek a növényi válaszokban is megmutatkoztak, és a vizsgált paprika-genotípusok a fogékonyság/ellenállóság szempontjából egy széles skálán helyezkedtek el, a fogékonytól a mérsékelt ellenállón át az ellenálló (rezisztens) fajtákig. Eddigi ismereteink alapján a jelenleg kereskedelmi forgalomban levő paprikafajták túlnyomó többsége fogékony ugyan, de fogékonyosságuk különböző mértékű lehet. Ennek jelentősége elsősorban azokban a termesztési rendszerekben van, ahol korlátozott vagy egyáltalán nem engedélyezett a fungicid felhasználás, és a kevésbé fogékony fajták előnyben részesítése a fajtaválasztás során elősegítheti a termésérés sikerét. A nemesítómunka eredményeként eddig egyetlen ellenálló (rezisztens) hibrid került kereskedelmi forgalomba (ld. később).

### A környezeti tényezők szerepe

A paprikalisztharmat kórokozójának környezeti igényeivel kapcsolatban hiányosak az ismereteink. Különösen kevés adat áll rendelkezésünkre azokból a földrajzi régiókból, ahol a lisztharmatfertőzések csak az utóbbi időben okoznak gondot a paprikatermesztésben. A betegség kialakulása szempontjából **meghatározó környezeti tényezők a levél kora, a léghőmérséklet és a levegő relatív páratartalma.**

A *Leveillula taurica* feltűnő megjelenése **jórészt az öregedő (szeneszcens) paprikaleveleken** alakul ki, jóllehet a fiatal növények is ugyanúgy **megfertőződnek** (6. A. ábra), kevésbé látványos, sokszor alig észrevehető módon. A növények alsó levelein rövidebb a látens periódus, a betegség tünetei sokkal erősebbek, a sporuláció mértéke sokkal nagyobb, mint a fiatal leveleken. A levelek tehát az öregedéssel párhuzamosan egyre fogékonyabbá válnak a betegséggel szemben, így legkomolyabb károkat többnyire a vegetációs periódus vége felé kell számítani.

A kórokozó klimatikus igényeivel kapcsolatos legújabb kutatások szerint a konídiumok csírázásához az **optimális hőmérséklet 20 °C**, az **optimális relatív páratartalom** pe-

dig 75-85 %. A konídiumok csírázása 10-37 °C hőmérsékleti intervallumban nem gátolt, huzamosabb ideig tartó 40 °C feletti hőmérsékleten azonban nagymértékben csökken a konídiumok életképessége. A kórokozó paprikaleveleken való megtelepedéséhez a 15-25 °C hőmérsékleti intervallum bizonyult optimálisnak. Erős fertőződés látványos tünetekkel és nagy borítottsággal 15-20 °C-on és 85-95 %-os relatív páratartalom esetében alakult ki a kísérletekben ellenőrzött klimatikus feltételek mellett. Minél hosszabb ideig voltak kitéve a növények 25 °C-nál magasabb hőmérsékletnek, annál inkább visszaszorult a betegség és gyérültek a tünetek. Ugyanakkor

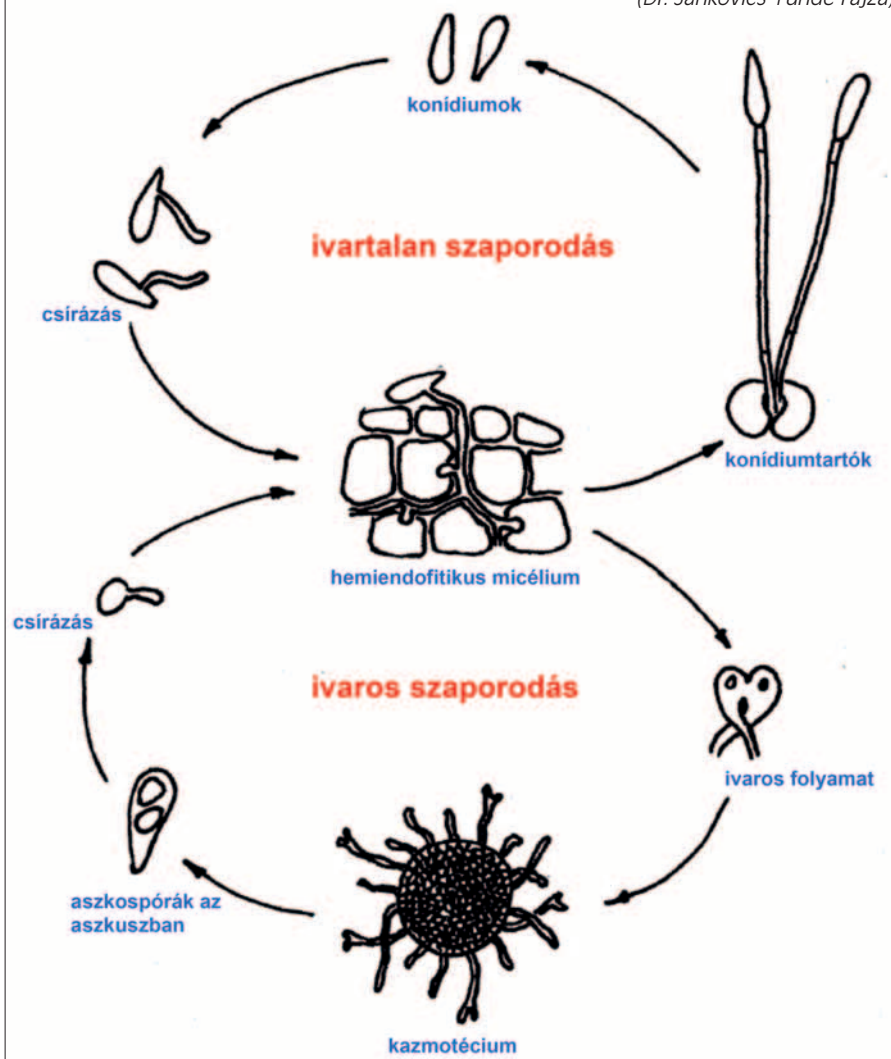
érdekes módon a fertőzött levelek legnagyobb mértékű lehullása (6. B. ábra) éppen a hosszú ideig tartó 25 °C feletti hőmérsékleten és a 75 % alatti relatív páratartalom mellett következett be. Mindezen eredmények arra utalnak, hogy a **paprikalisztharmatfertőzések kialakulását, a kórokozó szaporodását és a betegség terjedését hajtatásban elsősorban az alacsony hőmérséklettel és magas relatív páratartalommal jellemezhető klíma segíti.** A magas hőmérséklet és az alacsony relatív páratartalom pedig jelentősen meg növelheti a paprikalisztharmat okozta károk mértékét.

5. ábra

### A paprikalisztharmat kórokozója, a *Leveillula taurica* életciklusa

Az ivartalan spórák (konídiumok) képződését eredményező, többször ismétlődő ivartalan szaporodási ciklus a kórokozó gyors terjedését teszi lehetővé. A ritkán képződő ivaros termőtestek (kazmotéciumok) az áttelelést szolgálják, és a bennük képződő ivaros spórák (aszospórák) a tavaszi elsődleges fertőzésekért felelősek.

(Dr. Jankovics Tünde rajza)





## A védekezés lehetőségei

## Agrotechnikai eljárások

A paprika környezeti igényeit tekintve egyike a legérzékenyebb zöldségnövényeinknek. Magas hő- és fényigénye mellett meghatározó jelentőségű a paprikatermesztés sikere szempontjából a megfelelő termőhely és talajállapot, valamint a nagy mennyiségű, könnyen felvehető víz. A betegségek, így a lisztharmatfertőzések elleni védekezés alapját a paprika igényeinek megfelelő környezeti feltételek biztosítása jelenti. A paprika jó kultúrállapotú, laza *talajokon* termesztendő biztonságga, megfelelő talaj-előkészítés és tápanyag-visszapótlás mellett. Monokultúrás termesztése, bár zárt termesztő-berendezésekben gyakori, egyértelműen kedvez a lisztharmatfertőzések és egyéb betegségek fellépésének. Szántóföldi termesztésben a legjobb előveteményei a gabonafélék és a hüvelyesek.

A zárt termesztő-berendezésekben különös jelentőségű a megfelelő *klímaszabályozás*, amely javítja a termesztési folyamat eredményességét. A magas hőmérséklet és a szellőztetés biztosítása, ez utóbbi által a magas relatív páratartalom elkerülése elősegíti a paprikanövények folyamatos, megfelelő fejlődését, ezáltal hozzájárulhat a betegségek, beleértve a lisztharmatfertőzések kialakulási valószínűségének csökkentéséhez.

Az *öntözés* egyes feltételezések szerint elősegíti a paprikalisztharmat terjedését, jöllehet manapság a paprikatermesztés szinte a teljes termesztési területen öntözésre alapozott. Célszerű a kijutatott öntözővíz mennyiségét és az öntözések időpontjait a hőmérséklet és a fény változásaival összhangban meghatározni, a növények zavartalan fejlődésének elősegítése céljából.

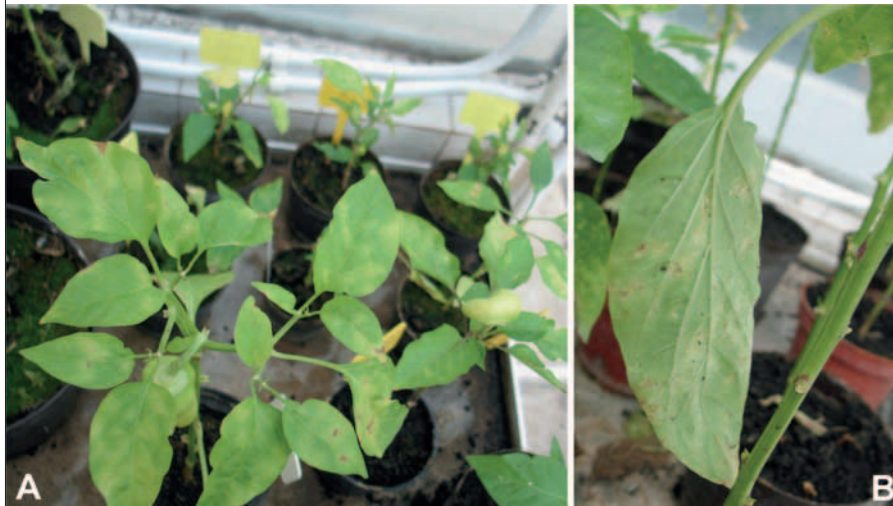
A fertőzött növényi maradványok, vagyis a lehullott levelek megsemmisítésével megakadályozható a kórokozó adott területen történő tömeges áttelelése és ily módon csökkenthető a tavaszi fertőzések kialakulásának veszélye. Éppen ezért fontos hangsúlyozni az *alapvető higiéniai szabályok* betartásának jelentőségét az üvegházakban és

6. ábra

Paprikalisztharmat-fenntartás az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet üvegházában

**A.** Paprikalisztharmat tünetei a paprika fiatal leveleinek színén sárguló (klorotikus) foltok formájában. **B.** Fehér, bolyhos bevonat a klorotikus foltokhoz tartozó fonáki részeken. A paprikanövény szárán megfigyelhető levélvesztés a lisztharmatfertőzés következménye.

(Dr. Kiss Levente felvételei)



egyéb zárt termesztő-berendezésekben, különösen ott, ahol folyamatos monokultúrás paprikatermesztés folyik.

## Genetikai védelem

A kereskedelmi forgalomban kapható paprikafajták és -hibridek zöme fogékony a lisztharmat kórokozójával szemben, habár egyes mesterséges fertőzési kísérletekre alapozott vizsgálatok szerint a fogékonyság mértéke különböző (ld. korábban). A hazai tapasztalatok azt mutatják, hogy az alkalmazott agrotechnikai eljárások és termesztéstechnológia hatása jelentősebb a lisztharmat-fertőzések kialakulási valószínűsége szempontjából, mint a fajták közötti fogékonyságbeli különbségek.

A hazai fajtaelismerésben több mint egy évtizede nem szempont a zöldségnövényeink betegségekkel szembeni ellenállósága, ennek megfelelően a fajtaminősítési eljárásban nem szerepel a fajtajelöltek és -hibridek növénykörtani tulajdonságainak vizsgálata sem. Így a forgalomban levő paprikafajták és -hibridek lisztharmattal szembeni ellenállóságával kapcsolatban nem állnak a termelők rendelkezésére összehasonlító kísérletekből származó adatok, jöllehet az ellenálló fajták, illetve hibridek előnyben részesíté-

se a termesztési célnak megfelelő vetőmagok kínálatából növelhetné a termesztés sikerét. Paprikalisztharmattal szemben *eddig világszerte egyetlen rezisztens hibrid vetőmagja került forgalomba*: ez a zöldből pirosra érő, kaliforniai típusú (Blocky-típusú) Nirvin RZ hibrid.

## Vegyszeres védekezés

A paprika lisztharmatos megbetegedésével szemben jelenleg a legmegfelelőbb védelmet a *megelőzésen* (prevención) *alapuló, programszerű vegyszeres növényvédelmi eljárások* biztosítják. A folyamatos monitorozás és a prevencióra épülő növényvédelmi technológia (beleértve az agrotechnikai és az alapvető higiéniai követelmények betartását) együttesen hozhatnak eredményt. A monitorozás a betegség korai felismerését (ld. korábban) célozza. A programszerű növényvédőszer-kijuttatás 7-14 naponkénti védekezési fordulókbán történik. A paprikalisztharmat ellen jelenleg felhasználható készítményeket, azok hatóanyagait és legfontosabb technológiai jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

Az egyéb, gazdaságilag jelentős lisztharmatgombák ellen elterjedten alkalmazott és hatásosnak bizonyuló kéntartalmú növényvédő szerek ha-

A paprikalisztharmat ellen jelenleg engedélyezett növényvédő szerek és a legfontosabb, felhasználásukkal kapcsolatos technikai információk

Készítmény	Hatóanyag	Dózis	É.v.i. *	Forgalmi kategória	Hatás egyéb kórokozók és kártevők ellen	Felhasználási terület
AMISTAR TOP	azoxistrobin+ difenokonazol	0,6-1 l/ha	3 nap	II.	alternáriás és kolletotrihumos betegség, szürkepenész	hajtásban
BORDÓILÉ+KÉN NEO SC	bordói keverék+kén	4-5 l/ha	7 nap	III.	alternáriás betegség	ökológiai termesztésben is
EUROKÉN 2000 80 WG	kén	3-5 kg/ha	nk	III.	–	ökológiai termesztésben is
COSAVET DF	kén	5 kg/ha	nk	III.	–	ökológiai termesztésben is
NECATOR 80 WG	kén	3-5 kg/ha	nk	III.	–	ökológiai termesztésben is
SYSTHANE DUPLO	miklobutanil	0,15 l/ha	7 nap	II.	–	
THIOVIT JET	kén	3-5 kg/ha	nk	III.	–	ökológiai termesztésben is
TOPAS 100 EC	penkonazol	0,5 l/ha	7 nap	III.	–	hajtásban
VEKTAFIG R	rézoleát+ paraffinolaj	3-6 l/ha (1 %)	7 nap	III.	levéltetvek (vírusvektorok gyérítése, vírusátvitel gátlása), atkák, molytetvek	csemege- és fűszerpaprikában

Forrás: Növényvédő szerek, termésmenővelő anyagok, 2013

Megjegyzés: \* Élelmiszerügyi várakozási idő, nk – nincs korlátozás

tása nem kielégítő a félig endofitikus (hemiendofitikus) életmódot folytató *Leveillula taurica* ellen. Ez fokozottan megnehezíti a kórokozó elleni védekezést az ökológiai paprikatermesztésben, ahol a kéntartalmú készítményeken kívül nincs más engedélyezett hatóanyag a paprikalisztharmat ellen. Szakirodalmi adatok alapján egyes környezetbarát vegyületek (pl. nátrium- és káliumbikarbonát, különféle kalcium- és kálium-sók, növényi kivonatok) levéltrágyaként történő kijuttatása, vagy a kovasav tápoldathoz való adagolása gátolja a *Leveillula taurica* fejlődését, és csökkenti a paprikalisztharmat tüneteit. Ezen megoldások széleskörű alkalmazása a hatékony technológiák kidolgozásáig azonban várat magára. Egy másik út lehet az antagonista mikroorganizmusokra épülő technológiák felhasználása a lisztharmatgombák elleni védekezésben. Több országban régóta elérhetők engedélyezett, kereskedelmi forgalomban levő készítmények (ún. bio-fungicidek), mint például az AQ10 (amely az *Ampelomyces quisqualis* mikoparazita gomba egy törzsét tartalmazza) és a Sporodex (a *Pseudozyma flocculosa* antagonista gomba egyik törzsére épülő készítmény), ezek hatékonysága azonban többnyire nem váltotta be a hozzájuk fűzött reményeket.

A paprikalisztharmat elleni védekezés hatékonysága a kémiai növényvédelemre alapozott termesztési rendszerekben is korlátozott a

kórokozó már ismertett sajátságos életmódja miatt. Valójában leginkább a felszívódó (szisztémikus vagy transzlamináris hatású) készítményektől várhatunk eredményt. E készítmények alkalmazásával kapcsolatban azonban napjainkban egyre hangsúlyosabban felmerül a kórokozó hatóanyagokkal szembeni ellenállóságának, vagyis a fungicid-rezisztenciának a kérdése. Az Intézetünkben folyó kutatások kimutatták, hogy a strobilurin vegyületcsoportba tartozó hatóanyagokkal szembeni rezisztencia genetikai markere széleskörűen elterjedt a hazai paprikalisztharmat-populációkban, és ugyanez érvényes a szőlő- és almalisztharmat populációkra is, ahol kb. két évtizede gyakorlat a strobilurin hatóanyagok széleskörű felhasználása. A strobilurin-rezisztenciát vizsgáló biotesztek ugyan csak kimutatták a hazai paprikalisztharmat-minták nagyfokú strobilurin-rezisztenciáját. Az eredmények magyarázatot adhatnak a strobilurin-tartalmú fungicidekkel kapcsolatban az elmúlt években tapasztalt hatásvesztésekre, és felhívják a termelők figyelmét a vizsgált hatóanyagok felhasználásának korlátaira is. A paprikalisztharmat elleni preventív technológia alkalmazása esetén tehát a hatóanyagcsoportok szerinti váltásra (szerrotációra) különös hangsúlyt szükséges fektetni, ugyanis egyazon felszívódó hatóanyag (strobilurinek, triazol-származékok) egymást követő többszöri alkalmazása ugyanazon a területen vagy

ugyanabban az állományban az adott hatóanyag hatásának csökkenéséhez vagy hatásvesztéshez vezethet.

## Köszönetnyilvánítás

A közlemény részben a Jankovics Tünde részére odaítélt Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

## Ajánlott irodalom:

- De Souza, V. L., Café-Filho, A. C. 2003: Resistance to *Leveillula taurica* in the genus *Capsicum*. Plant Pathology 52(5):613-619.
- Kiss L., Bereczky Zs., Kassainé Jäger E., Kovács M. G., Batta Gy., Deák T., Fekete E., Fekete É., Váczy Zs., Váczy K. Z., Bisztray Gy. D., Boróczky G., Csikászné Krizsics A., Holb I. J., Kaptás T., Karaffa L., Kocsis M., Ifj. Kozma P., Mukli D., Schmidt Á., Sipiczki M., Téglá Zs. 2012: A strobilurin-rezisztencia molekuláris markere széles körben elterjedt a hazai szőlő, alma- és paprikalisztharmat-populációkban. Növényvédelem 48(11):489-499.
- Varga A. 1997: A paprikalisztharmat és az ellene való védekezés lehetőségei. Gyakorlati Agrofórum 8(1):71.
- Zheng, Z., Nonomura, T., Bóka, K., Matsuda, Y., Visser, R. G. F., Toyoda, H., Kiss, L., Bai, Y. 2013: Detection and quantification of *Leveillula taurica* growth in pepper leaves. Phytopathology 103(6):623-632.